

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 10 月 6 日 (06.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/093720 A1(51) 国際特許分類⁷: G11B 5/73, 5/84

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005362

(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 24 日 (24.03.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
60/556,021 2004 年 3 月 25 日 (25.03.2004) US(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): HOYA
株式会社 (HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525
東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 磯野 英樹
(ISONO, Hideki) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中
落合 2 丁目 7 番 5 号 HOYA 株式会社内 Tokyo (JP).(74) 代理人: 池田 憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.); 〒
1050003 東京都港区西新橋 1 丁目 4 番 10 号 第三森
ビル Tokyo (JP).(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GII, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

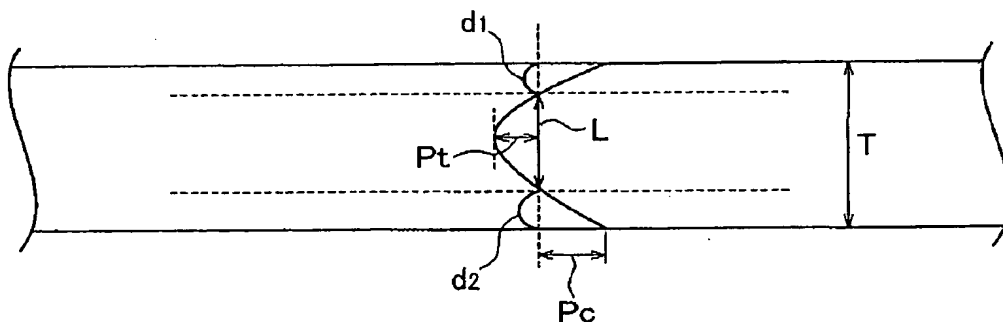
添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: GLASS SUBSTRATE FOR MAGNETIC DISK

(54) 発明の名称: 磁気ディスク用ガラス基板

(57) Abstract: A glass substrate for a magnetic disk, wherein both side surface layer portions are formed in compressive stress layers and an intermediate portion between these compressive stress layers is formed in a tensile stress layer by chemical reinforcement. Where the thickness of the substrate is less than 0.5 mm, the thickness of the tensile stress layer is L, and the value of a tensile stress in the tensile stress layer is Pt [kg/mm²], the relation of $0.4 \text{ [kg/mm]} \leq L \cdot Pt \leq 2.0 \text{ [kg/mm]}$ is established.(57) 要約: 化学強化により、両面側の表層部分が圧縮応力層と成り、これら圧縮応力層の間が引張応力層となり、厚さが 0.5 mm 未満であり、引張応力層の厚さを L とし、引張応力層における引張応力の値を Pt [kg/mm²] としたとき、 $0.4 \text{ [kg/mm]} \leq L \cdot Pt \leq 2.0 \text{ [kg/mm]}$ の関係が成立している。

WO 2005/093720 A1

明 細 書

磁気ディスク用ガラス基板

技術分野

- [0001] 本発明は、磁気ディスク装置であるハードディスクドライブ(HDD)に用いられる磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、並びに、これら磁気ディスク用ガラス基板及び磁気ディスクの製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 今日、情報記録技術、特に、磁気記録技術は、いわゆるIT産業の発達に伴って飛躍的な技術革新が要請されている。そして、コンピュータ用ストレージとして用いられる磁気ディスク装置であるハードディスクドライブ(HDD)に搭載される磁気ディスクにおいては、磁気テープやフレキシブルディスクなどの他の磁気記録媒体と異なり、急速な情報記録密度の増大化が続けられている。パーソナルコンピュータ装置に収納することのできる情報容量は、このような磁気ディスクの情報記録密度の増大に支えられて、飛躍的に増加している。
- [0003] このような磁気ディスクは、アルミニウム系合金基板やガラス基板などの基板上に、磁性層等が成膜されている。そして、ハードディスクドライブにおいては、高速回転される磁気ディスク上に磁気ヘッドを浮上飛行させながら、この磁気ヘッドにより、情報信号を磁化パターンとして磁性層に記録し、また、再生を行なう。
- [0004] そして、近年、ハードディスクドライブを携帯用機器(ノート型パーソナルコンピュータ装置など)に搭載すること(モバイル用途)に対する要求が高まったことに伴い、磁気ディスク用の基板として、高強度、かつ、高剛性材料であり耐衝撃性の高いガラス基板が注目されている。また、ガラス基板においては、平滑な表面が得られるので、磁気ディスク上を浮上飛行しながら記録再生を行う磁気ヘッドの浮上量を狭隘化することが可能であり、高い情報記録密度の磁気ディスクを得ることができるからである。
- [0005] しかしながら、ガラス基板は、脆性材料から成る。そのため、従来より、様々なガラス基板の強化方法が提案されている。例えば、特許第2657967号公報(引用例1)に

は、ガラス基板を、 KNO_3 及び NaNO_3 の混合溶液中に所定時間浸漬することによって、ガラス基板の表層部の Li^+ イオンを K^+ イオンに置換し、両面の表層部に圧縮応力層を形成し、これら圧縮応力層の間を引張応力層とする化学強化処理が記載されている。そして、この引用例1においては、引張応力層における引張応力の最大値を $4\text{kg}/\text{mm}^2$ 以下とすることが望ましいとしている。

[0006] また、特許第3254157号公報(引用例2)には、引用例1に記載された方法と同様の方法により化学強化したガラス基板において、厚さが0.5mm乃至1.0mmである場合において、圧縮応力層の厚さを $30\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ とし、圧縮応力層における圧縮応力を $2\text{kg}/\text{mm}^2$ 乃至 $15\text{kg}/\text{mm}^2$ とし、引張応力層における引張応力を $1.5\text{kg}/\text{mm}^2$ 以下とすることが望ましいと記載されている。

[0007] ところで、近年、磁気ディスクにおいては、情報記録密度が1平方インチ当り40ギガビットを超えるまでに到っている。さらに、1平方インチ当り100ギガビットを超えるような超高記録密度をも実現されようとしている。このように高い情報記録密度が実現できるようになった近年の磁気ディスクは、従来の磁気ディスクに比較してずっと小さなディスク面積であっても、実用上十分な情報量を収納できる。

[0008] また、磁気ディスクは、他の情報記録媒体に比較して、情報の記録速度や再生速度(応答速度)が極めて敏速であり、情報の随時書き込み及び読み出しが可能である。

[0009] このような磁気ディスクの種々の特徴が注目された結果、近年においては、いわゆる携帯電話、デジタルカメラ、携帯情報機器(例えば、PDA(personal digital assistant): パーソナルデジタルアシスタント)、あるいは、カーナビゲーションシステムなどのように、パーソナルコンピュータ装置よりも筐体がずっと小さく、かつ、高い応答速度が求められる機器に搭載できる小型のハードディスクドライブが求められるようになってきている。具体的には、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器など、非常に可搬性の高い機器においては、例えば、外径が50mm以下、あるいは、30mm以下、板厚が0.5mm未満、あるいは、0.4mm以下の基板を用いた磁気ディスクを搭載した小型のハードディスクドライブが求められている。

[0010] そして、このような、携帯用のいわゆるモバイル機器において使用される小型のハードディスクドライブは、常に、落下や振動等による衝撃といった撃力に曝される。したがって、このような用途においては、信頼性向上のため、磁気ディスクも含め、ハードディスクドライブ内部の部品の各々について、これまで以上に耐衝撃性の向上が求められる。

[0011] このような携帯用の機器に使用されるハードディスクドライブに使用する磁気ディスクとしても、ガラス基板を用いた磁気ディスクは有用性がある。硬質材料であるガラスからなるガラス基板は、軟質材料である金属からなる基板に比較して剛性が高く、また、前述したように、化学強化等の手段により、所望の強度を得ることができるからである。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0012] そこで、本発明の目的は、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器など、非常に可搬性の高い機器に搭載できる小型のハードディスクドライブに好適な磁気ディスク用ガラス基板を提供することである。

[0013] 本発明の他の目的は、小型のハードディスクドライブに、例えば、2000G、もしくは、それ以上の衝撃が加わった場合においても、破壊することがなく、かつ磁気ヘッドが低浮上可能、例えばヘッド浮上量が10nm以下、である磁気ディスク用ガラス基板を提供することである。

[0014] 本発明のさらに他の目的は、このような磁気ディスク用ガラス基板を用いた磁気ディスクを提供することである。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明者は、ハードディスクドライブの落下試験等における磁気ディスクの破損障害と、磁気ディスク用ガラス基板の製造工程、特に、化学強化工程との因果関係について知見し、ガラス基板の耐衝撃性の向上についての対策を鋭意研究した。

[0016] そして、本発明者が小型のハードディスクドライブに搭載するための小径のガラス基板を製造しようとしたところ、従来のいわゆる2.5インチ型ハードディスクドライブ用、

あるいは、3.5インチ型ハードディスクドライブ用のガラス基板の製造に比較して、様々な困難に直面することが見出された。

[0017] すなわち、外径が50mm以下、板厚が0.5mm未満というような小型、かつ、薄型のガラス基板においては、従来のような対策のみでは、もはや十分な強度を得ることができず、磁気ディスクの破損などの障害を確実に抑制できない場合があることが判明した。

[0018] そこで、本発明者は、前記課題を解決すべく研究を進めた結果、磁気ディスク用ガラス基板の製造工程において、化学強化の条件を適切に設定し制御することにより、前記課題が解決できることを見出した。

[0019] しかしながら、化学強化の条件によって、前記課題であるガラス基板の耐衝撃性を向上させることができるが、その反面、基板表面に存在するうねり(Waviness、「Wa」と略称する)が悪くなり、その結果として、そのガラス基板を用いた磁気ディスクのグライドハイトを悪化させ、磁気ヘッドの低浮上化を阻害する場合があることが判明した。

[0020] そこで、本発明者は、ガラス基板の耐衝撃性、及び基板表面に存在するうねり(Wa)という2つの課題を同時に解決すべく更なる研究を進めた結果、更に化学強化の条件を適切に設定し制御することにより、前記2つの課題を同時に解決できることを見出した。

[0021] すなわち、本発明は以下の態様を有するものである。

[0022] (第1の態様)

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小径の磁気ディスクを用いるハードディスクドライブに搭載するために、ディスク厚が0.5mm未満となされた磁気ディスク用ガラス基板であって、両主表面がラッピング処理されることによって所定のディスク厚とされるとともに、両主表面がポリッシング処理されることによってこれら主表面がクラックが除去された鏡面とされており、化学強化処理により、両主表面側の表層部分に厚さ d_1 、 d_2 の圧縮応力層が形成され、これら圧縮応力層の間に厚さ L の引張応力層が形成されており、この磁気ディスク用ガラス基板の縦断面をバビネ補償板法を用いて観察することによって測定される引張応力層の厚さ L と、この引張応力層における引

張応力の最大値 P_t との積 $L \cdot P_t$ を所望の値にすることにより、所定の耐衝撃性、及び、所定の前記主表面に存在するうねり(W_a)を有するものである。

[0023] ここで、例えば、前記耐衝撃性は3000G以上の衝撃であり、うねり(W_a)は1.0nm以下である。

[0024] (第2の態様)

また、本発明は、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さ L と、この引張応力層における引張応力の最大値 P_t との積 $L \cdot P_t$ が、0.4kg/mm以上、2.0kg/mm以下である。

[0025] すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$0.4[\text{kg/mm}] \leq L \cdot P_t \leq 2.0[\text{kg/mm}]$$

[0026] なお、通常、化学強化処理後のディスク厚を T とすれば、“ $L = \{T - (d_1 + d_2)\}$ ”として換算することもできるが、直接、引張応力層の厚さ L を測定することが好ましい。

[0027] (第3の態様)

また、本発明は、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さ L は、0.4mm以下となっており、引張応力層における引張応力の最大値 P_t は、10kg/mm²以下となっている。

[0028] すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$L \leq 0.4[\text{mm}]$$

$$P_t \leq 10[\text{kg/mm}^2]$$

[0029] (第4の態様)

さらに、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ d_1 及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ d_2 の総計 D は、ディスク厚 T に対して、40%以上である。

[0030] すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$(D/T) \geq 0.4$$

[0031] (第5の態様)

そして、本発明では、上記第4の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層における引張応力の最大値 P_t は、10kg/mm²以下である。

[0032] すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$P_t \leq 10 [\text{kg/mm}^2]$$

[0033] (第6の態様)

さらに、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、圧縮応力層における圧縮応力の最大値 P_c は、 4kg/mm^2 以上である。

[0034] すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$P_c \geq 4 [\text{kg/mm}^2]$$

[0035] (第7の態様)

また、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板は、ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いられる。

[0036] (第8の態様)

そして、本発明に係る磁気ディスクは、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板を備え、この磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されている。

[0037] (第9の態様)

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板を製造するための磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、化学強化処理工程を有し、この化学強化処理工程においては、少なくとも3種類のアルカリ金属元素を含有する熔融状態の硝酸塩にガラス基板を接触させ、低温型イオン交換法により、ガラス基板の両主表面側の表層部分に圧縮応力層を形成し、これら圧縮応力層の間に引張応力層を形成する。

[0038] (第10の態様)

また、本発明は、上記第9の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、ポリッシング処理工程を有し、このポリッシング処理工程においては、コロイダルシリカ研磨砥粒、または、ダイヤモンド研磨砥粒を供給しながら、研磨布とガラス基板とを相対的に移動させて、ガラス基板の両主表面のクラックを除去して鏡面とする。

[0039] (第11の態様)

さらに、本発明は、上記第10の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法にお

いて、ポリッシング処理工程で、主表面の算術平均粗さ(Ra)を、0.4nm以下の鏡面とする。

[0040] (第12の態様)

そして、本発明に係る磁気ディスクの製造方法は、上記第9の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板を用いて、この磁気ディスク用ガラス基板の主表面上に、少なくとも磁性層を成膜する。

発明の効果

[0041] 本発明による磁気ディスク用ガラス基板においては、化学強化処理により両主表面側の表層部分に形成される圧縮応力層の厚さを d_1 、 d_2 とし、引張応力層の厚さを L とし、この引張応力層における引張応力の最大値 P_t としたとき、引張応力層の厚さと引張応力の最大値との積 $L \cdot P_t$ を 所望の値にすることにより、所定の耐衝撃性、及び、所定の主表面に存在するうねり(W_a)を有することができる。

[0042] ここで、所定の耐衝撃性、及び、前記主表面に存在する所定のうねり(W_a)とは、ディスク厚が0.5mm未満となされた磁気ディスク用ガラス基板を、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小径の磁気ディスクを用いるハードディスクドライブに搭載した場合に、実用上問題にならない水準のガラス基板の耐衝撃性(例えば3000Gもしくはそれ以上の衝撃)、及び、ガラス基板主表面に存在するうねり(W_a) (例えば W_a が1.0nm以下)を示している。

[0043] また、この磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さを L とし、この引張応力層における引張応力の最大値 P_t としたとき、引張応力層の厚さと引張応力の最大値との積 $L \cdot P_t$ が、0.4kg/mm以上、2.0kg/mm以下であるために、良好な耐衝撃性が実現できるとともに基板表面に存在するうねり(W_a)も良好にすることができる。

[0044] また、この磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さ L を、0.4mm以下とし、あるいは、一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ d_1 及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ d_2 の総計 D を、ディスク厚 T に対して、40%以上とするとすることにより、良好な耐衝撃性を実現することができる。

[0045] そして、これら磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層における引張応力

の最大値 P_t を、 $10\text{kg}/\text{mm}^2$ 以下とすることにより、良好な耐衝撃性及び耐久性を実現できるとともに基板表面に存在するうねり(Wa)も良好にすることができる。

[0046] また、これら磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層における圧縮応力の最大値 P_c を、 $4\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上とすることにより、良好な耐衝撃性を実現することができる。

[0047] そして、本発明に係る磁気ディスクは、前述の磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されているものであるもので、良好な耐衝撃性及び耐久性を有する磁気ディスクを提供することができる。この磁気ディスクは、ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクとしても、良好に用いることができる。

[0048] したがって、本発明は、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器など、非常に可搬性の高い機器に搭載できる小型のハードディスクドライブに好適である。このハードディスクドライブに、例えば、2000G、もしくは、それ以上の衝撃が加わった場合においても、破壊することのない磁気ディスク用ガラス基板を提供することができる。また、このような磁気ディスク用ガラス基板を用いた磁気ディスクを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]図1は、本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルを示す断面図である。

[図2]図2は、種々の化学強化条件により作製された前記磁気ディスク用ガラス基板について、引張応力層における引張応力の最大値 P_t と引張応力層の厚さを L の結果をプロットしたグラフである。

[図3]図3は、種々の化学強化条件により作製された前記磁気ディスク用ガラス基板について、ガラス基板表面に存在するうねり(Wa)と、そのガラス基板を用いて作製した磁気ディスクのグライド高さの結果をプロットしたグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0050] 以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

- [0051] 本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、板状ガラスの主表面をラッピング(研削)処理してガラス母材とし、このガラス母材を切断してガラスディスクを切り出し、このガラスディスクの主表面に対し、少なくともポリッシング(研磨)処理を行って、製造される。
- [0052] 本発明においてラッピング処理に供する板状ガラスとしては、様々な形状の板状ガラスを用いることができる。この板状ガラスの形状は、矩形状であっても、ディスク状(円盤状)であってもよい。ディスク状の板状ガラスは、従来の磁気ディスク用ガラス基板の製造において用いられているラッピング装置を用いてラッピング処理を行うことができ、信頼性の高い加工を安価にて行うことができる。
- [0053] この板状ガラスのサイズは、製造しようとする磁気ディスク用ガラス基板より大きいサイズである必要がある。例えば、1インチ型ハードディスクドライブ、あるいは、それ以下のサイズの小型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合には、この磁気ディスク用ガラス基板の直径は略10mm乃至30mm程度である。そのため、ディスク状の板状ガラスの直径としては、30mm以上、好ましくは、48mm以上であることが好ましい。特に、直径が65mm以上のディスク状の板状ガラスを用いれば、1枚の板状ガラスから、複数の1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を得ることができ、大量生産に好適である。板状ガラスのサイズの上限については、特に限定する必要はないが、ディスク状の板状ガラスの場合には、直径が100mm以下のものを用いることが好ましい。
- [0054] この板状ガラスは、例えば、熔融ガラスを材料として、プレス法やフロート法、または、フュージョン法など、公知の製造方法を用いて製造することができる。これらのうち、プレス法を用いれば、板状ガラスを廉価に製造することができる。
- [0055] また、本発明において用いる板状ガラスの材料としては、化学強化されるガラスであれば、特に制限は設けないが、アルミノシリケートガラスを好ましく挙げることができる。特に、リチウムを含有するアルミノシリケートガラスが好ましい。このようなアルミノシリケートガラスは、イオン交換型化学強化処理、特に、低温イオン交換型化学強化処理により、好ましい圧縮応力を有する圧縮応力層及び引張応力を有する引張応力層

を精密に得ることができるので、磁気ディスク用化学強化ガラス基板の材料として特に好ましい。

- [0056] このようなアルミノシリケートガラスの組成比としては、 SiO_2 を58乃至75重量%、 Al_2O_3 を5乃至23重量%、 Li_2O を3乃至10重量%、 Na_2O を4乃至13重量%、主成分として含有することが好ましい。
- [0057] さらに、アルミノシリケートガラスの組成比としては、 SiO_2 を62乃至75重量%、 Al_2O_3 を5乃至15重量%、 Li_2O を4乃至10重量%、 Na_2O を4乃至12重量%、 ZrO_2 を5.5乃至15重量%、主成分として含有するとともに、 Na_2O と ZrO_2 との重量比($\text{Na}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$)が0.5乃至2.0、 Al_2O_3 と ZrO_2 との重量比($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$)が0.4乃至2.5であることが好ましい。
- [0058] また、 ZrO_2 の未溶解物が原因で生じるガラスディスクの表面の突起を無くすためには、モル%表示で、 SiO_2 を57乃至74%、 ZrO_2 を0乃至2.8%、 Al_2O_3 を3乃至15%、 Li_2O を7乃至16%、 Na_2O を4乃至14%含有する化学強化用ガラスを使用することが好ましい。
- [0059] このようなアルミノシリケートガラスは、化学強化処理を施すことによって、抗折強度が増加し、ヌープ硬度にも優れたものとなる。
- [0060] ラッピング処理は、ワーク、すなわち、板状ガラスの主表面の形状精度(例えば、平坦度)や寸法精度(例えば、板厚の精度)を向上させるために行われる。このラッピング処理は、板状ガラスの主表面に、砥石、あるいは、定盤を押圧させ、これら板状ガラス及び砥石または定盤を相対的に移動させることにより、板状ガラスの主表面を研削することにより行われる。このようなラッピング処理は、遊星歯車機構を利用した両面ラッピング装置を用いて行うことができる。
- [0061] また、このラッピング処理においては、板状ガラスの主表面に研削液を供給することにより、スラッジ(研削屑)を研削面から洗い流し、また、研削面を冷却するのが好ましい。さらに、この研削液に遊離砥粒を含有させたスラリーをワークの主表面に供給して研削してもよい。
- [0062] ラッピング処理において用いる砥石としては、ダイヤモンド砥石を用いることができる。また、遊離砥粒としては、アルミナ砥粒やジルコニア砥粒、または、炭化珪素砥粒

などの硬質砥粒を用いるのが好ましい。

- [0063] このラッピング処理により、板状ガラスの形状精度が向上し、主表面の形状が平坦化されるとともに板厚が所定の値となるまで削減されたガラス母材が形成される。
- [0064] 本発明においては、ガラス母材の主表面がラッピング処理により平坦となされ、また、板厚が削減されている。この結果、このガラス母材を切断して、このガラス母材からガラスディスクを切り出すことができる。すなわち、本発明においては、ガラス母材からガラスディスクを切り出すときに、欠け、ひび、割れといった欠陥が発生することを防止することができる。
- [0065] ガラス母材の平坦度としては、例えば、 7088mm^2 (直径95mmの円の面積)において、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。ここで、平坦度とは、PHASE SHIFT TECHNOLOGY社製OPTIFLAT (商品名)もしくはそれに準ずる装置を用いて、例えば、ガラス母材が直径95mmの円の基板の場合、円全体に対して200nmから95mmの波長のウネリのうち、最大値を算出したものである。また、ガラス母材の板厚としては、2mm以下であることが好ましく、0.8mm以下であることがより好ましい。なお、ガラス母材の板厚が0.2mm未満であると、ガラス母材自体が、ガラスディスクを切り出す工程における負荷に耐えられない恐れがある。従って、ガラス母材の板厚は、0.2mm以上とすることが好ましい。一方、ガラス母材の板厚が2mmを超えると、板厚が厚すぎるために精密な切り出しができない恐れがあり、また、ガラスディスクを切り出すときに、欠け、ひび、割れといった欠陥が発生する恐れがある。
- [0066] ガラス母材のサイズは、製造しようとする磁気ディスク用ガラス基板より大きいサイズである必要がある。例えば、1インチ型ハードディスクドライブ、あるいは、それ以下のサイズの小型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合には、磁気ディスク用ガラス基板の直径は略10mm乃至30mm程度である。従って、ガラス母材の直径としては、30mm以上、好ましくは、48mm以上であることが好ましい。特に、直径が65mm以上のガラス母材を用いれば、1枚のガラス母材から、1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板となるガラスディスクを複数枚切り出すことができ、大量

生産に好適である。ガラス母材のサイズの上限については、特に限定する必要はないが、ディスク状のガラス母材の場合には、直径が100mm以下とすることが好ましい。

- [0067] ガラス母材の切断は、ダイヤモンドカッタやダイヤモンドドリルなど、ガラスよりも硬質な物質を含む切刃や砥石を用いて行うことができる。また、ガラス母材の切断は、レーザカッタを用いて行ってもよい。ただし、レーザカッタを用いて直径30mm以下の小型のガラスディスクを精密に切り出すことは困難な場合がある。この場合には、切刃や砥石を用いる方が簡便に切り出しを行うことができ好ましい。
- [0068] 本発明においては、ガラス母材から作製されるガラスディスクのサイズとして、特に好適なサイズは、直径30mm以下である。本発明においては、ラッピング処理されたガラスディスクに対して、少なくともポリッシング処理を施し、ガラスディスクの主表面を鏡面化する。
- [0069] このポリッシング処理を施すことにより、ガラスディスクの主表面のクラックが除去され、主表面の表面粗さは、原子間力顕微鏡(AFM)によって測定した場合、 R_{max} で5nm以下、算術平均粗さ(R_a)で0.4nm以下になる。なお、表面粗さの数値は、AFMによって測定した表面形状について、日本工業規格(JIS)B0601にしたがって算出したものである。ガラスディスクの主表面がこのような鏡面となっていれば、このガラスディスクを用いて製造される磁気ディスクにおいて、磁気ヘッドの浮上量が、例えば、10nmである場合であっても、いわゆるクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害の発生を防止することができる。また、ガラスディスクの主表面がこのような鏡面となっていれば、後述する化学強化処理において、ガラスディスクの微細領域において均一に化学強化処理を施すことができ、また、微小クラックによる遅れ破壊を防ぐことができる。
- [0070] このポリッシング処理は、例えば、ガラスディスクの主表面に、研磨布(例えば、研磨パッド)が貼り付けられた定盤を押圧させ、ガラスディスクの主表面に研磨液を供給しながら、これらガラスディスク及び定盤を相対的に移動させ、ガラスディスクの主表面を研磨することにより行われる。このとき、研磨液には、研磨砥粒を含有させておくのが好ましい。研磨砥粒としては、コロイダルシリカ研磨砥粒を用いることができる。研

磨砥粒としては、平均砥粒が10nm乃至200nmの砥粒を用いるのが望ましい。

[0071] また、別のポリッシング処理としては、例えば、ガラスディスクの主表面にテープ状の研磨布(例えば、研磨テープ)を押し付け、ガラスディスクの主表面に研磨液を供給しながら、これらガラスディスク及び研磨布を相対的に移動させ、ガラスディスクの主表面を研磨するテープ研磨方法も用いてもよい。このとき、研磨液には、研磨砥粒を含有させるのが好ましい。研磨砥粒としては、ダイヤモンド研磨砥粒を用いることができる。研磨砥粒としては、平均粒径が10nm乃至200nmの砥粒を用いるのが好ましい。

[0072] なお、本発明で用いる研磨パッド、あるいは、研磨テープの研磨面は、ポリウレタン、ポリエステルなどの樹脂材料で形成することが好ましい。研磨パッドであれば、研磨面を発泡樹脂(例えば、発泡ポリウレタン)、研磨テープであれば、研磨面を樹脂繊維(例えば、ポリエステル樹脂繊維)とすることが好適である。

[0073] なお、本発明においては、ガラスディスクをポリッシングする前に、ラッピング処理しておくことが好ましい。このときのラッピング処理は、前述した板状ガラスに対するラッピング処理と同様の方法により行うことができる。ガラスディスクをラッピング処理してからポリッシング処理を行うことにより、より短時間で、鏡面化された主表面を得ることができる。

[0074] また、本発明においては、ガラスディスクの端面を鏡面研磨しておくことが好ましい。ガラスディスクの端面は切断形状又は梨子地面となっているので、この端面を鏡面にポリッシングする。この結果、パーティクルの発生を抑制することができ、この磁気ディスク用ガラス基板を用いて製造された磁気ディスクにおいて、サーマルアスペリティ障害を良好に防止することができる。また、端面が鏡面であれば、微小クラックによる遅れ破壊を防止できる。端面の鏡面状態としては、AFMにより測定した場合、算術平均粗さ(Ra)で100nm以下の鏡面が好ましい。

[0075] そして、本発明においては、ガラスディスクのポリッシング工程の前及び／又は後に、化学強化処理を施す。化学強化処理を行うことにより、磁気ディスク用ガラス基板の表面に高い圧縮応力を生じさせることができ、耐衝撃性を向上させることができる。特に、ガラスディスクの材料としてアルミノシリケートガラスを用いている場合には、好適

に化学強化処理を行うことができる。

- [0076] 本発明における化学強化処理としては、公知の化学強化処理方法を用いたものであれば、特に制限されない。ガラスディスクの化学強化処理は、例えば、加熱した化学強化溶融塩に、ガラスディスクを接触させ、ガラスディスクの表層のイオンが化学強化塩のイオンでイオン交換されることによって行われる。
- [0077] ここで、イオン交換法としては、低温型イオン交換法、高温型イオン交換法、表面結晶化法、ガラス表面の脱アルカリ法などが知られている。本発明においては、ガラスの徐冷点を超えない温度領域でイオン交換を行う低温型イオン交換法を用いることが好ましい。
- [0078] なお、この低温型イオン交換法では、ガラスの徐冷点以下の温度領域において、ガラス中のアルカリイオンをこのアルカリイオンよりもイオン半径の大きいアルカリイオンと置換し、イオン交換部の容積増加によってガラス表層に圧縮応力を発生させ、ガラス表層を強化する。
- [0079] なお、化学強化処理を行なうときの溶融塩の加熱温度は、イオン交換を良好に行うために、280° C乃至660° C、特に、300° C乃至400° Cであることが好ましい。
- [0080] ガラスディスクを溶融塩に接触させる時間は、数時間乃至数十時間とすることが好ましい。
- [0081] なお、ガラスディスクを溶融塩に接触させる前に、予備加熱として、ガラスディスクを100° C乃至300° Cに加熱しておくことが好ましい。また、化学強化処理後のガラスディスクは、冷却、洗浄工程等を経て、製品(磁気ディスク用ガラス基板)となる。
- [0082] また、本発明において、化学強化処理を行うための処理槽の材料としては、耐食性に優れるとともに、低発塵性をもつ材料であれば、特に限定されない。化学強化塩や化学強化溶融塩は酸化性があり、かつ、処理温度が高温なので、耐食性に優れた材料を選定することにより、損傷や発塵を抑制し、もって、サーマルアスぺリティ障害や、ヘッドクラッシュを抑制する必要がある。この観点からは、処理槽の材料としては、石英材が特に好ましいが、ステンレス材や、特に耐食性に優れるマルテンサイト系、または、オーステナイト系ステンレス材も用いることができる。なお、石英材は、耐食性に優れるが、高価なので、採算性を考慮して、適宜選択することができる。

- [0083] 本発明における化学強化塩の材料としては、アルカリ金属元素を含有する硝酸塩、例えば、硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸リチウムなどを含有する硝酸塩を用いることが好適である。なお、硝酸塩に含有されるリチウム元素は、10ppm〜3000ppm(硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸リチウムの3種類の硝酸塩を混合する場合、硝酸リチウムとして0.001vol%〜0.3vol%の範囲で混合することに対応する)とすることが好適である。化学強化溶融塩中に含有されるリチウムイオンが多すぎると、イオン交換が阻害されてしまう。この結果、本発明で得ようとする引張応力や圧縮応力を得ることが困難になる場合がある。このような化学強化塩は、ガラス、特に、リチウム元素を含むアルミノシリケートガラスを化学強化処理したときに、磁気ディスク用ガラス基板としての所望の剛性、耐衝撃性及び基板表面に存在するうねり(Wa)を実現することができる。
- [0084] 前述のようにして製造される本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板としては、ディスク厚が0.5mm未満、特に、ディスク厚が0.1mm乃至0.4mmの薄型磁気ディスク用ガラス基板が特に好適である。また、この磁気ディスク用ガラス基板としては、ディスクの直径(外径)が30mm以下の小型磁気ディスク用ガラス基板が特に好適である。このような薄型、小型磁気ディスクは、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小型のハードディスクドライブに搭載されるからである。すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板は、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小型のハードディスクドライブに搭載される磁気ディスク用ガラス基板として好適である。
- [0085] なお、1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクを製造するための磁気ディスク用ガラス基板の直径は、約27.4mm、ディスク厚は、0.381mmである。また、0.85インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクを製造するための磁気ディスク用ガラス基板の直径は、約21.6mm、ディスク厚は、0.381mmである。
- [0086] そして、本発明に係る磁気ディスクにおいて、磁気ディスク用ガラス基板上に形成される磁性層としては、例えば、コバルト(Co)系強磁性材料からなるものを用いることができる。特に、高い保磁力が得られるコバルト−プラチナ(Co−Pt)系強磁性材料や

、コバルトクロム(Co-Cr)系強磁性材料からなる磁性層が好ましい。なお、磁性層の形成方法としては、DCマグネトロンスパッタリング法を用いることができる。

[0087] また、ガラス基板と磁性層との間に、適宜、下地層等を介挿させることが好ましい。これら下地層の材料としてはAl-Ru系合金や、Cr系合金などを用いることができる。

[0088] また、磁性層上には、磁気ヘッドの衝撃から磁気ディスクを防護するための保護層を設けることができる。この保護層としては、硬質な水素化炭素保護層を好ましく用いることができる。

[0089] さらに、この保護層上に、PFPE(パーフルオロポリエーテル)化合物からなる潤滑層を形成することにより、磁気ヘッドと磁気ディスクとの干渉を緩和することができる。この潤滑層は、例えば、ディップ法により、塗布成膜することにより形成することができる。

[0090] (実施例)

以下、実施例及び比較例を挙げることにより、本発明を具体的に説明する。なお、本発明は、これら実施例の構成に限定されるものではない。

[0091] (実施例1)

以下に述べる本実施例における磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、以下の(1)乃至(7)の工程からなる。

- [0092] (1)粗ラッピング工程(粗研削工程)
(2)形状加工工程(端面ラッピング工程)
(3)精ラッピング工程(精研削工程)
(4)端面鏡面加工(ポリッシング)工程
(5)第1研磨(ポリッシング)工程
(6)第2研磨(ポリッシング)工程
(7)化学強化工程

[0093] まず、アモルファスのアルミノシリケートガラスからなるディスク状のガラス母材を用意した。このアルミノシリケートガラスは、リチウムを含有している。このアルミノシリケートガラスの組成は、 SiO_2 を63.6重量%、 Al_2O_3 を14.2重量%、 Na_2O を10.4重量%、 Li_2O を5.4重量%、 ZrO_2 を6.0重量%、 Sb_2O_3 を0.4重量%含むものである。

[0094] (1)粗ラッピング工程

熔融させたアルミノシリケートガラスから形成した厚さ0.6mmのシートガラスをガラス母材として用いて、このシートガラスから、研削砥石により、直径28.7mm、厚さ0.6mmの円盤状のガラスディスクを得た。

[0095] シートガラスを形成する方法としては、一般に、ダウンドロー法やフロート法が用いられるが、これ以外に、ダイレクトプレスによって、円盤状のガラス母材を得てもよい。このシートガラスの材料であるアルミノシリケートガラスとしては、 SiO_2 を58乃至75重量%、 Al_2O_3 を5乃至23重量%、 Na_2O を4乃至13重量%、 Li_2O を3乃至10重量%、含有するものであればよい。

[0096] 次に、ガラスディスクに対し、寸法精度及び形状精度の向上のために、ラッピング工程を施した。このラッピング工程は、両面ラッピング装置を用いて、粒度#400の砥粒を用いて行なった。

[0097] 具体的には、始めに粒度#400のアルミナ砥粒を用い、荷量を100kg程度に設定して、サンギアとインターナルギアを回転させることによって、キャリア内に収納したガラスディスクの両面を、平坦度0乃至 $2\mu\text{m}$ 、表面粗さ(R_{max}) $6\mu\text{m}$ 程度にラッピングした。ここで、平坦度は、PHASE SHIFT TECHNOLOGY社製 OPTIFLAT(商品名)にて、200nmから28.7mmの波長のウネリのうち、最大値を算出したものである。また表面粗さ(R_{max})は触針式粗さ計による測定により得られたものである。

[0098] (2)形状加工工程

次に、円筒状の砥石を用いて、ガラスディスクの中央部分に孔を形成するとともに、外周端面の研削をした後、外周端面及び内周端面に所定の面取り加工を施した。このときのガラスディスクの端面の表面粗さは、触針式粗さ計による測定により R_{max} で $4\mu\text{m}$ 程度であった。

[0099] (3)精ラッピング工程

次に、砥粒の粒度を#1000に替え、ガラスディスクの主表面をラッピングすることにより、ディスク厚さ0.427mm、平坦度0乃至 $2\mu\text{m}$ 、主表面の表面粗さは、 R_{max} で $2\mu\text{m}$ 程度、 R_a で $0.2\mu\text{m}$ 程度とした。ここで、平坦度は、PHASE SHIFT TECHNOLOGY社製 OPTIFLAT(商品名)にて、200nmから28.7mmの波長のウ

ネリのうち、最大値を算出したものである。また表面粗さ(Rmax、Ra)は触針式粗さ計による測定により得られたものである。

[0100] この精ラッピング工程を行うことにより、前工程である粗ラッピング工程や形状加工工程において主表面に形成された微細な凹凸形状を低減させることができる。

[0101] このような精ラッピング工程を終えたガラスディスクを、超音波を印加した中性洗剤及び水の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄を行なった。

[0102] (4)端面鏡面加工(ポリッシング)工程

次いで、ガラスディスクの端面について、ブラシ研磨により、ガラスディスクを回転させながら、ガラスディスクの端面(内周端面及び外周端面)の表面の粗さを、Raで40nm程度に研磨した。また表面粗さ(Ra)はAFMによる測定により得られたものである。

[0103] そして、端面鏡面加工を終えたガラスディスクの主表面を水洗浄した。

[0104] なお、この端面鏡面加工(ポリッシング)工程においては、ガラスディスクを重ね合わせて端面をポリッシングするが、この際に、ガラスディスクの主表面にキズ等が付くことを避けるため、後述する第1研磨(ポリッシング)工程よりも前、あるいは、第2研磨(ポリッシング)工程の前後に行うことが好ましい。

[0105] この端面鏡面加工(ポリッシング)工程により、ガラスディスクの端面は、パーティクル等の発塵を防止できる鏡面状態に加工された。端面鏡面加工(ポリッシング)工程後にガラスディスクの直径を測定したところ、27.4mmであった。

[0106] (5)第1研磨(ポリッシング)工程

次に、前述した精ラッピング工程において残留した傷や歪みを除去するため、両面研磨装置を用いて、第1研磨(ポリッシング)工程を行なった。

[0107] 両面研磨装置においては、研磨パッドが貼り付けられた上下定盤の間に、キャリアにより保持させたガラスディスクを密着させ、このキャリアを、サンギア及びインターナルギアに噛合させるとともに、ガラスディスクを上下定盤によって挟圧する。その後、研磨パッドの研磨面とガラスディスクの主表面との間に研磨液を供給しながら、サンギアを回転させることによって、ガラスディスクは、定盤上で自転しながらインターナルギアの回りを公転して、両主表面を同時に研磨加工される。

[0108] 以下の実施例で使用する両面研磨装置としては、同一の装置を用いている。具体的には、研磨パッドとして発泡ポリウレタンを用いて、第1研磨(ポリッシング)工程を実施した。研磨条件は、酸化セリウム及びRO水からなる研磨液を用いた。そして、この第1研磨(ポリッシング)工程を終えたガラスディスクを、中性洗剤、純水(1)、純水(2)、IPA(イソプロピルアルコール)、IPA(蒸気乾燥)の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。

[0109] (6)第2研磨(ポリッシング)工程

次に、第1研磨工程で使用した両面研磨装置と同様の両面研磨装置を用いて、ポリッシャを軟質研磨パッド(発泡ポリウレタン)に替えて、主表面の鏡面研磨工程として、第2研磨(ポリッシング)工程を実施した。

[0110] この第2研磨(ポリッシング)工程は、前述した第1研磨(ポリッシング)工程により得られた平坦な主表面を維持しつつ、クラックを確実に除去し、この主表面の表面粗さRaを、例えば、0.4乃至0.1nm程度まで低減させた鏡面とするために行われる。ここで、表面粗さRaは、AFMによる測定により得られるものである。

[0111] 研磨液は、コロイダルシリカ研磨砥粒(平均粒径80nm)及びRO水からなる研磨液を用い、荷重を100g/cm²、研磨時間を5分とした。

[0112] そして、この第2研磨工程を終えたガラスディスクを、中性洗剤、純水(1)、純水(2)、IPA(イソプロピルアルコール)、IPA(蒸気乾燥)の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。

[0113] (7)化学強化工程

次に、洗浄を終えたガラスディスクに対し、化学強化処理を施した。化学強化処理は、硝酸カリウム59.9995vol%と硝酸ナトリウム39.9995vol%と硝酸リチウム0.001vol%とを混合させた化学強化塩を溶解させた化学強化溶解塩を用いて行った。そして、リチウム含有量をICP発光分析装置を用いて測定したところ、10ppmであった。

[0114] この化学強化溶液を340°Cに加熱し、洗浄及び乾燥を終えたガラスディスクを2時間浸漬して、化学強化処理を行なった。この浸漬の際には、磁気ディスク用ガラス基板の表面全体が化学強化されるようにするため、複数の磁気ディスク用ガラス基板が端面で保持されるように、ホルダーに収納した状態で行った。

- [0115] 化学強化処理を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、20° Cの水槽に浸漬して急冷し、約10分間維持した。
- [0116] そして、急冷を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、約40° Cに加熱した濃硫酸に浸漬して洗浄を行った。さらに、硫酸洗浄を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、純水(1)、純水(2)、IPA(イソプロピルアルコール)、IPA(蒸気乾燥)の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。
- [0117] 次に、洗浄を終えた磁気ディスク用ガラス基板の主表面について、目視検査を行い、さらに、光の反射、散乱及び透過を利用した精密検査を実施した。その結果、磁気ディスク用ガラス基板の主表面には、付着物による突起や、傷等の欠陥は発見されなかった。
- [0118] また、前述のような工程を経て得られた磁気ディスク用ガラス基板の主表面の表面粗さは、AFMによって測定したところ、Rmaxで2.5nm、Raで0.30nmと、超平滑な鏡面となっていることが確認された。なお、表面粗さの数値は、AFMによって測定した表面形状について、日本工業規格(JIS)B0601にしたがって算出したものである。
- [0119] また、得られた磁気ディスク用ガラス基板は、内径が7mm、外径が27.4mm、板厚は0.381mmであり、1インチ型磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板の所定寸法であることを確認した。
- [0120] さらに、この磁気ディスク用ガラス基板の円孔の内周側端面の表面粗さは、AFMにより測定したところRaで40nm、側壁部がRaで50nmであった。外周端面における表面粗さRaは、面取部で40nm、側壁部で70nmであった。このように、内周側端面は、外周側端面と同様に、鏡面状に仕上がっていることを確認した。
- [0121] 得られた磁気ディスク用ガラス基板の主表面を精密に電子顕微鏡を用いて分析したが、クラックなどは存在しない鏡面であることが確認された。コロイダルシリカ研磨砥粒(平均粒径80nm)を用いて主表面の鏡面研磨を行うことで、Raで0.30nmの平滑な鏡面に仕上げる事ができた。
- [0122] 主表面がRaで0.1nm乃至0.4nm程度であるクラックが除去された鏡面が形成されることにより、化学強化ガラスの遅れ破壊をより確実に防止できる。

- [0123] また、磁気ディスク用ガラス基板の表面に異物やサーマルアスペリティの原因となるパーティクルは認められず、円孔の内周側端面にも異物やクラックは認められなかった。
- [0124] (応力層の測定)
得られた磁気ディスク用ガラス基板を、主表面に対する垂直な切断面が現れるように、幅3mm程度の短冊状の切片に切断した。さらに、この切片の両側の切断面(基板断面)同士の距離が0.5mm程度になるように、切断面を研磨剤及び研磨パッドを用いて研削処理及び研磨処理した。
- [0125] 図1は、この磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルを示す断面図である。
- [0126] このようにして顕れた磁気ディスク用ガラス基板の断面を、バビネ補償板法を用いて測定することにより、図1に示すように、磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルが得られる。
- [0127] なお、バビネ補償板(Babinet compensator)とは、等しい角度を持った二つの相対した水晶楔(クサビ)を含む器具であり、一つの楔はマイクロメーターのネジによってその長さの方向に移動するようになっている。これら二つの楔は、光学軸方向が互いに垂直で、かつ、移動プリズムの軸方向は移動方向に沿っている。この器具は、結晶の位相差の遅れ(リターデーション)や複屈折の度合い、あるいは、内部応力のあるガラスの検査などに広く使用されているものである。
- [0128] この応力層プロファイルに関して、以下のように定義した。
- [0129] T:磁気ディスク用ガラス基板の厚さ(総厚) [mm]
d1, d2:圧縮応力層の厚さ(深さ) (stress layer depth) [mm]
D(=d1+d2):圧縮応力層の厚さ総計 [mm]
L(=T-(d1+d2)):引張応力層の厚さ [mm]
Pc:圧縮応力 (compression stress) [kg/mm²]
Pt:引張応力 (tensile stress) [kg/mm²]
とした。
- [0130] 本実施例で作製した磁気ディスク用ガラス基板においては、 $P_t = 3.62 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$

], $P_c = 10.10 [\text{kg}/\text{mm}^2]$, $D/2 = 0.089 [\text{mm}]$, $D/T = 0.47$, $L = 0.203 [\text{mm}]$, $L \cdot P_t = 0.735 [\text{kg}/\text{mm}]$ であった。

[0131] (耐衝撃試験)

得られた磁気ディスク用ガラス基板について、エアブラウン社製 AVEX-SM-110-MPを用いて Dana 衝撃試験法を行った。この衝撃試験は、磁気ディスク用ガラス基板を専用の衝撃試験用治具に組み付け、正弦半波パルスの衝撃を、1000G乃至5000Gまで主表面に対する垂直方向に順次与え、この磁気ディスク用ガラス基板の破損状況を見ることによって行った。

[0132] 外径が50mm以下、あるいは、30mm以下、板厚が0.5mm未満、あるいは、0.4mm以下の基板を用いた磁気ディスクを搭載した小型のハードディスクドライブ(HDD)の製品仕様としては、ハードディスクドライブ(HDD)の落下テストを行った場合、2000Gに耐えられることが要求されている。しかしながら、単板の衝撃試験にて2000Gに耐える条件にて磁気ディスクガラス基板を作製し、この基板を装着したハードディスクドライブ(HDD)の落下テストを行ったところ、落下テストを行った基板数の数%程度に割れが発生することが判明した。これに対して3000Gに耐える条件で作製した基板を用いて落下テストを行ったところ、全く割れの発生が起これないことが確認された。このため、ハードディスクドライブ(HDD)完成体で2000Gに耐えられるためには、単板で3000Gに耐えられることが必要であることが判明した。したがって、磁気ディスク用ガラス基板の単板としては、前記衝撃試験にて、3000Gの衝撃に耐え得るものを合格品とした。

[0133] 本実施例で作製した磁気ディスク用ガラス基板においては、前記衝撃試験にて、3000Gの衝撃に耐え得るものであった。

[0134] (うねり(Wa)の測定)

得られた磁気ディスク用ガラス基板について、基板表面に存在するうねり(Wa)の測定を行った。ここで、基板のうねり(Wa)とは、基板表面形状の一種で、周期がミリメートルオーダー、振幅がナノメートルオーダーの波形形状のものをいう。周期がこれより小さいものは「粗さ」と呼ばれ、一方大きいものは「平坦度」と呼ばれる。この「粗さ」「うねり」「平坦度」はいずれも基板表面の形状を表す概念であり、これらを図する明

確な基準があるわけではない。現実のガラス基板表面には、周期および振幅が共にオンゲストロームオーダーの凹凸(以下、「極小凹凸」とする)がランダムに存在する。「極小凹凸」の出現態様をマイクロメートルオーダーのスパンで捉えたものが「粗さ」である。「粗さ」において、「極小凹凸」の出現態様はランダムであるが、比較的長いスパンで捉えると、一定の周期性が確認される。この「極小凹凸」の出現態様の周期性が、「うねり」である。したがって、「うねり」は、「極小凹凸」の出現態様の傾向であるといえる。

[0135] 本実施例では、うねり(Wa)を、PHASE SHIFT TECHNOLOGY社製OPTIFLAT(商品名)なる光学測定装置で測定した。ディスク外径が27.4mm、ディスク内径が7mm、ディスク厚が0.381mmの磁気ディスク用ガラス基板の場合、ディスク中心からの半径位置(r)が3.5〜13.7mmの範囲の基板全周において200nm〜5mmの波長のうねりの平均値を算出したものである。

[0136] このうねり測定により、本実施例で作製した磁気ディスク用ガラス基板を測定した結果、 $Wa=0.54\text{nm}$ であった。

[0137] (磁気ディスクの製造方法)

次に、以下の工程を経て、磁気ディスクを製造した。

[0138] 前述の工程により得た磁気ディスク用ガラス基板の両主表面に、静止対向型のDCマグネトロンスパッタリング装置を用いて、Al-Ru合金のシード層、Cr-W合金の下地層、Co-Cr-Pt-Ta合金の磁性層、水素化炭素保護層を順次成膜した。シード層は、磁性層の磁性グレインを微細化させる作用を奏し、下地層は、磁性層の磁化容易軸を面内方向に配向させる作用を奏する。

[0139] この磁気ディスクは、非磁性基板である磁気ディスク用ガラス基板と、この磁気ディスク用ガラス基板上に形成された磁性層と、この磁性層上に形成された保護層と、この保護層上に形成された潤滑層とを少なくとも備えている。

[0140] そして、磁気ディスク用ガラス基板と磁性層との間には、シード層及び下地層からなる非磁性金属層(非磁性下地層)が形成されている。この磁気ディスクにおいて、磁性層以外は、全て非磁性体からなる層である。この実施例においては、磁性層及び保護層、保護層及び潤滑層は、それぞれ接した状態で形成されている。

- [0141] すなわち、まず、スパッタリングターゲットとして、Al-Ru(アルミニウム-ルテニウム)合金(Al:50at%、Ru:50at%)を用いて、磁気ディスク用ガラス基板上に、膜厚30nmのAl-Ru合金からなるシード層をスパッタリングにより成膜した。次に、スパッタリングターゲットとして、Cr-W(クロム-タングステン)合金(Cr:80at%、W:20at%)を用いて、シード層5上に、膜厚20nmのCr-W合金からなる下地層をスパッタリングにより成膜した。次いで、スパッタリングターゲットとして、Co-Cr-Pt-Ta(コバルト-クロム-プラチナ-タンタル)合金(Cr:20at%、Pt:12at%、Ta:5at%、残部Co)からなるスパッタリングターゲットを用いて、下地層上に、膜厚15nmのCo-Cr-Pt-Ta合金からなる磁性層をスパッタリングにより形成した。
- [0142] 次に、磁性層上に水素化炭素からなる保護層を形成し、さらに、PFPE(パーフロロポリエーテル)からなる潤滑層をディップ法で成膜した。保護層は、磁気ヘッドの衝撃から磁性層を保護する作用を奏する。このようにして、磁気ディスクを得た。
- [0143] 得られた磁気ディスクについて、AEセンサーを用いたグライド高さ(Glide Height)試験を行ったところ、この磁気ディスクのグライド高さ(Glide Height)は4.3nmであった。また、ヘッド浮上量が10nmであるグライドヘッドによりグライド検査を行ったところ、衝突する異物等は検出されず、安定した浮上状態を維持することができた。
- [0144] また、この磁気ディスクを用いて、700kFCIで記録再生試験を行ったところ、十分な信号強度比(S/N比)を得ることができた。また、信号のエラーは確認されなかった。
- [0145] さらに、1平方インチ当り60ギガビット以上の情報記録密度を必要とする1インチ型ハードディスクドライブに搭載して駆動させたところ、特に問題なく記録再生を行うことができた。すなわち、クラッシュ障害やサーマルアスぺリティ障害は発生しなかった。
- [0146] (実施例2ー実施例12、比較例1ー比較例10)
- 磁気ディスク用ガラス基板として化学強化条件を任意に選択することにより、磁気ディスク用ガラス基板断面の応力層プロファイル及び主表面に存在するうねり(Wa)を任意に制御して、複数のサンプルを作製した。これらのサンプルを実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10として、これらサンプルの作製条件(化学強化条件)を、実施例1も含めて表1に示す。なお、実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10

において、化学強化条件を変えた以外は、実施例1と全て同じ条件でガラス磁気ディスク用基板の作製及び磁気ディスクの作製を行った。

[0147] [表1]

サンプルの作製条件（化学強化条件）

実施例 及び 比較例	ガラス基 板の外径 [mm]	ガラス基 板の厚さ [mm]	混合した化学強化塩の 各成分濃度			処理温度 [°C]	処理時間 [hour]
			カリウム 濃度 [vol%]	ナトリウ ム 濃度 [vol%]	リチウ ム濃度 [vol%]		
実施例 1	27.4	0.381	59.9995	39.9995	0.001	340	2
実施例 2	27.4	0.381	59.9995	39.9995	0.001	340	4
実施例 3	27.4	0.381	59.9	39.9	0.2	340	4
実施例 4	27.4	0.381	59.9995	39.9995	0.001	380	2
実施例 5	27.4	0.381	59.9	39.9	0.2	380	2
実施例 6	27.4	0.381	59.9995	39.9995	0.001	380	4
実施例 7	27.4	0.381	59.9	39.9	0.2	380	4
実施例 8	27.4	0.381	89.9995	9.9995	0.001	420	4
実施例 9	27.4	0.381	95.7	4	0.3	420	6
実施例 10	27.4	0.381	59.7	39	0.3	420	6
実施例 1 1	27.4	0.381	20.2	79.5	0.3	380	4
実施例 1 2	27.4	0.381	49.9995	49.9995	0.001	400	3
比較例 1	27.4	0.381	59.8	39.8	0.4	340	2
比較例 2	27.4	0.381	59.8	39.8	0.4	450	4
比較例 3	27.4	0.381	化学強化処理無し				
比較例 4	27.4	0.381	1	99	0	380	4
比較例 5	27.4	0.381	90	7	3	420	2
比較例 6	27.4	0.381	80	20	0	360	4
比較例 7	27.4	0.381	75	24	1	380	4
比較例 8	27.4	0.381	70	30	0	450	4
比較例 9	27.4	0.381	70	29	1	380	4
比較例 1 0	27.4	0.381	7	90	3	340	2

[0148] 実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10において得られた磁気ディスク用ガラス基板断面の応力層プロファイルより、実施例1と同様にPt、Pc、D/2、D/T、

L、L・Ptの算出を行った。また、ガラス基板衝撃試験(3000G)、及び、ガラス基板主表面に存在するうねり(Wa)の測定も、実施例1と同様に行った。それらの結果については、実施例1も含めて表2に示す。

[0149] [表2]

磁気ディスク用ガラス基板断面の応力層プロファイルより得られたPt、Pc、D／2、D／T、L、L・Ptの測定値、及びガラス基板衝撃試験3000Gを行った結果、及びガラス基板主表面に存在するうねり(Wa)の測定値

実施例 及び 比較例	Pt [kg/mm ²]	Pc [kg/mm ²]	D/2 [mm]	D/T	L [mm]	L*Pt [kg/mm]	ガラス基板 衝撃試験 3000G	ガラス基板 主表面の うねり (Wa) [nm]
実施例 1	3.62	10.10	0.089	0.47	0.203	0.735	OK	0.54
実施例 2	5.50	11.08	0.100	0.52	0.181	0.996	OK	0.58
実施例 3	1.86	5.32	0.082	0.43	0.217	0.404	OK	0.51
実施例 4	5.70	11.89	0.101	0.53	0.179	1.020	OK	0.55
実施例 5	2.18	4.97	0.091	0.48	0.199	0.434	OK	0.53
実施例 6	6.22	13.71	0.102	0.54	0.177	1.101	OK	0.54
実施例 7	2.44	5.57	0.097	0.51	0.187	0.456	OK	0.51
実施例 8	6.95	7.58	0.127	0.67	0.277	1.925	OK	1.00
実施例 9	4.88	5.78	0.150	0.79	0.238	1.161	OK	0.90
実施例 10	5.80	5.58	0.152	0.80	0.272	1.578	OK	0.95
実施例 11	2.20	4.31	0.125	0.66	0.253	0.557	OK	0.51
実施例 12	1.30	4.56	0.121	0.64	0.33	0.429	OK	0.55
比較例 1	1.57	4.65	0.073	0.38	0.235	0.369	NG	0.45
比較例 2	12.55	23.32	0.108	0.57	0.165	2.071	OK	1.05
比較例 3	0	0	0	0	0	0	NG	0.43
比較例 4	1.01	1.10	0.073	0.38	0.201	0.203	NG	0.44
比較例 5	6.57	3.01	0.078	0.41	0.342	2.247	OK	1.15
比較例 6	10.21	9.85	0.154	0.81	0.296	3.022	OK	1.32
比較例 7	12.85	12.54	0.155	0.81	0.187	2.403	OK	1.07
比較例 8	8.59	11.30	0.118	0.62	0.278	2.388	OK	1.08
比較例 9	10.05	25.20	0.167	0.88	0.249	2.502	OK	1.23
比較例 10	0.80	1.10	0.011	0.06	0.2	0.160	NG	0.44

- [0150] 表2の結果から、 $\{T-(d1+d2)\} \cdot Pt$ 、すなわち、 $L \cdot Pt$ が、 $0.4[\text{kg}/\text{mm}]$ 未満であると、ガラス基板単板として3000Gの衝撃に耐えられない。また、 $L \cdot Pt$ が、 $2.0[\text{kg}/\text{mm}]$ を超えたサンプルについては、主表面に存在するうねり(Wa)が 1.0nm を超えてしまうことがわかった。
- [0151] 図2は、表2に示した各磁気ディスク用ガラス基板について、PtとLの測定結果をプロットしたグラフである。図中の黒丸で示したのは実施例1ー実施例12において得られた磁気ディスク用ガラス基板である。また図中、黒三角で示したのは比較例の中で3000Gの衝撃に耐えられない磁気ディスク用ガラス基板である。さらに図中、黒四角で示したのは比較例の中で主表面に存在するうねり(Wa)が 1.0nm を超えている磁気ディスク用ガラス基板である。なお、図中の実線で示した曲線は、 $L \cdot Pt=0.4[\text{kg}/\text{mm}]$ を示しており、図中の点線で示した曲線は、 $L \cdot Pt=2.0[\text{kg}/\text{mm}]$ を示している。
- [0152] 実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10において得られた磁気ディスクについて、実施例1と同様に、AEセンサーを用いたグライド高さ(Glide Height)試験、及び、ヘッド浮上量が 10nm であるグライドヘッドによりグライド検査を行った。表3に実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10において得られた磁気ディスク用ガラス基板の主表面に存在するうねり(Wa)の測定値と、実施例2ー実施例12及び比較例1ー比較例10において得られた磁気ディスクのグライド高さ、及びグライド検査(ヘッド浮上量 10nm)結果について、実施例1も含めて示す。
- [0153] [表3]

磁気ディスク用ガラス基板の主表面に存在するうねり (Wa) の測定値と
その基板を用いて作製された磁気ディスクのグライド高さ及びグライド検査結果

実施例 及び 比較例	ガラス基板主表面のうねり (Wa) [nm]	グライド高さ [nm]	グライド検査 (ヘッド浮上量 10nm)
実施例 1	0.54	4.3	OK
実施例 2	0.58	4.3	OK
実施例 3	0.51	4.5	OK
実施例 4	0.55	5.1	OK
実施例 5	0.53	4.8	OK
実施例 6	0.54	6.0	OK
実施例 7	0.51	4.0	OK
実施例 8	1.00	9.5	OK
実施例 9	0.90	6.5	OK
実施例 10	0.95	6.8	OK
実施例 11	0.51	5.3	OK
実施例 12	0.55	4.2	OK
比較例 1	0.45	4.2	OK
比較例 2	1.05	10.2	NG
比較例 3	0.43	3.8	OK
比較例 4	0.44	4.3	OK
比較例 5	1.15	11.3	NG
比較例 6	1.32	15.3	NG
比較例 7	1.07	10.3	NG
比較例 8	1.08	10.3	NG
比較例 9	1.23	11.3	NG
比較例 10	0.44	3.9	OK

[0154] 図3は、表3に示した各磁気ディスク用ガラス基板について、その主表面に存在するうねり (Wa) とその磁気ディスク用ガラス基板を用いて作製された磁気ディスクのグライド高さをプロットしたグラフである。図3より、磁気ディスク用ガラス基板の主表面に存在するうねり (Wa) が 1.0nm 以下であれば、磁気ディスクのグライド高さが 10nm 未満となることが分かる。

- [0155] すなわち、磁気ディスク用ガラス基板が3000Gの衝撃に耐え、かつ、主表面に存在するうねり(Wa)が1.0nm以下で、磁気ディスクのグライド高さが10nm未満となるようにするためには、下記の関係が成立していることが必要である。

$$0.4[\text{kg/mm}] \leq L \cdot Pt \leq 2.0[\text{kg/mm}]$$

- [0156] また、この磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層の厚さd1、d2が不十分であると、耐衝撃性が低下するので、下記の関係が成立していることが必要である。

$$L \leq 0.4[\text{mm}] \text{ (ただし、} L < T \text{ である。)}$$

- [0157] 圧縮応力層の厚さd1、d2を十分に確保するという意味では、下記の関係が成立していることとしてもよい。

$$(D/T) \geq 0.4$$

- [0158] なお、圧縮応力層の厚さd1、d2が厚くなりすぎると、引張応力層における引張応力が強くなりすぎて、遅れ破壊を誘引する恐れがある。従って、実用上、下記の関係が成立していることが望ましい。

$$(D/T) \leq 0.8$$

- [0159] また、この磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層における圧縮応力Pcが不十分であると、耐衝撃性が低下する。従って、下記の関係が成立していることが必要である。

$$Pc \geq 4[\text{kg/mm}^2]$$

- [0160] そして、基板主表面に存在するうねり(Wa)の悪化及び基板の遅れ破壊が生じないようにするためには、引張応力層における引張応力Ptについて、下記の関係が成立していることとしてもよい。

$$Pt \leq 10[\text{kg/mm}^2]$$

- [0161] なお、上記と同様に様々な化学強化条件を任意に選択して磁気ディスク用ガラス基板を同様に製造し、耐衝撃性に余裕度(マージン)を持たせるために、4000Gの耐衝撃性試験を同様に実施した。この結果、 $L \cdot Pt$ を0.5以上とすれば、4000Gの衝撃に耐久できることが分かった。

- [0162] なお、実施例2ー実施例12において得られた磁気ディスクについて、実施例1と同

様に、700kFCIで記録再生試験を行ったところ、十分な信号強度比(S/N比)を得ることができ、かつ、信号のエラーは確認されなかった。さらに、実施例1と同様に、1平方インチ当り60ギガビット以上の情報記録密度を必要とする1インチ型ハードディスクドライブに搭載して駆動させたところ、特に問題なく記録再生を行うことができた。すなわち、クラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害は発生しなかった。

[0163] また、比較例1ー比較例10において得られた磁気ディスクについて、実施例1と同様に、700kFCIで記録再生試験を行ったところ、比較例1、比較例3、比較例4、比較例10で得られた磁気ディスクは、十分な信号強度比(S/N比)を得ることができ、かつ、信号のエラーは確認されなかったが、その他の比較例で得られた磁気ディスクは、ヘッド浮上特性が悪いため、十分な信号強度比(S/N比)を得ることができず、かつ、信号のエラーが確認された。

[0164] さらに、実施例1と同様に、1平方インチ当り60ギガビット以上の情報記録密度を必要とする1インチ型ハードディスクドライブに搭載して駆動させたところ、比較例1、比較例3、比較例4、比較例10で得られた磁気ディスクは、特に問題なく記録再生を行うことができたが、その他の比較例で得られた磁気ディスクは、記録再生を良好に行うことができず、クラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害が発生した。

[0165] なお、本発明においては、磁気ディスク用ガラス基板の直径(サイズ)については、特に限定されるものではない。しかし、本発明は、特に、小径の磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合に優れた有用性を発揮する。ここでいう小径とは、例えば、直径が30mm以下の磁気ディスク用ガラス基板である。

[0166] すなわち、例えば、直径が30mm以下の小径の磁気ディスクは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器や、PDAや携帯電話端末装置などの携帯用機器における記憶装置において用いられ、固定されて使用される機器における通常の磁気ディスクに比較して、高い耐久性や耐衝撃性が要求されるからである。

産業上の利用可能性

[0167] 本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、ハードディスクドライブに搭載され、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器やPDAや携帯電話端末装置などの携帯用機器における記憶装置に用いられる。

請求の範囲

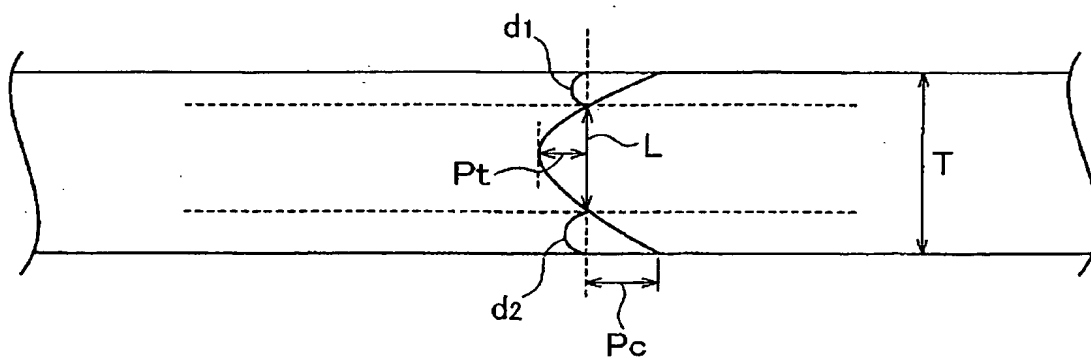
- [1] ハードディスクドライブに搭載され、かつディスク厚が0.5mm未満である磁気ディスク用ガラス基板であって、
 両主表面が鏡面を構成し、
 前記両主表面側の表層部分に圧縮応力層が形成され、これら圧縮応力層の間に引張応力層が形成されており、
 この磁気ディスク用ガラス基板の縦断面をバビネ補償板法を用いて観察することによって測定される前記引張応力層の厚さと、この引張応力層における引張応力の最大値との積を所定の値に設定することにより、所定の耐衝撃性及び所定の前記主表面に存在するうねり(Wa)を有する磁気ディスク用ガラス基板。
- [2] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
 前記引張応力層の厚さと、この引張応力層における引張応力の最大値との積が、0.4kg/mm以上、2.0kg/mm以下である磁気ディスク用ガラス基板。
- [3] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
 前記耐衝撃性は3000G以上の衝撃であり、うねり(Wa)は1.0nm以下である磁気ディスク用ガラス基板。
- [4] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
 前記両主表面がラッピング処理されることによって、所定のディスク厚となされるとともに、該両主表面がポリッシング処理されることによって、これら主表面がクラックが除去された前記鏡面となされている磁気ディスク用ガラス基板。
- [5] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
 引張応力層の厚さは、0.4mm以下であり、
 前記引張応力層における引張応力の最大値は、 10kg/mm^2 以下である磁気ディスク用ガラス基板。
- [6] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
 一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さの総計は、ディスク厚に対して、40%以上である磁気ディスク用ガラス基板。

- [7] 請求項6に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
前記引張応力層における引張応力の最大値は、 10kg/mm^2 以下である磁気ディスク用ガラス基板。
- [8] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
前記圧縮応力層における圧縮応力の最大値は、 4kg/mm^2 以上である磁気ディスク用ガラス基板。
- [9] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、
ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板。
- [10] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板を備え、
前記磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されている磁気ディスク。
- [11] 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板を製造するための磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
化学強化処理工程を有し、
前記化学強化処理工程においては、少なくとも3種類のアルカリ金属元素を含有する熔融状態の硝酸塩にガラス基板を接触させ、
低温型イオン交換法により、前記ガラス基板の両主表面側の表層部分に圧縮応力層を形成し、
これら圧縮応力層の間に引張応力層を形成する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [12] 請求項11に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
ポリッシング処理工程を有し、
前記ポリッシング処理工程においては、コロイダルシリカ研磨砥粒またはダイヤモンド研磨砥粒を供給しながら、研磨布とガラス基板とを相対的に移動させて、前記ガラス基板の両主表面のクラックを除去して鏡面とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [13] 請求項12に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、

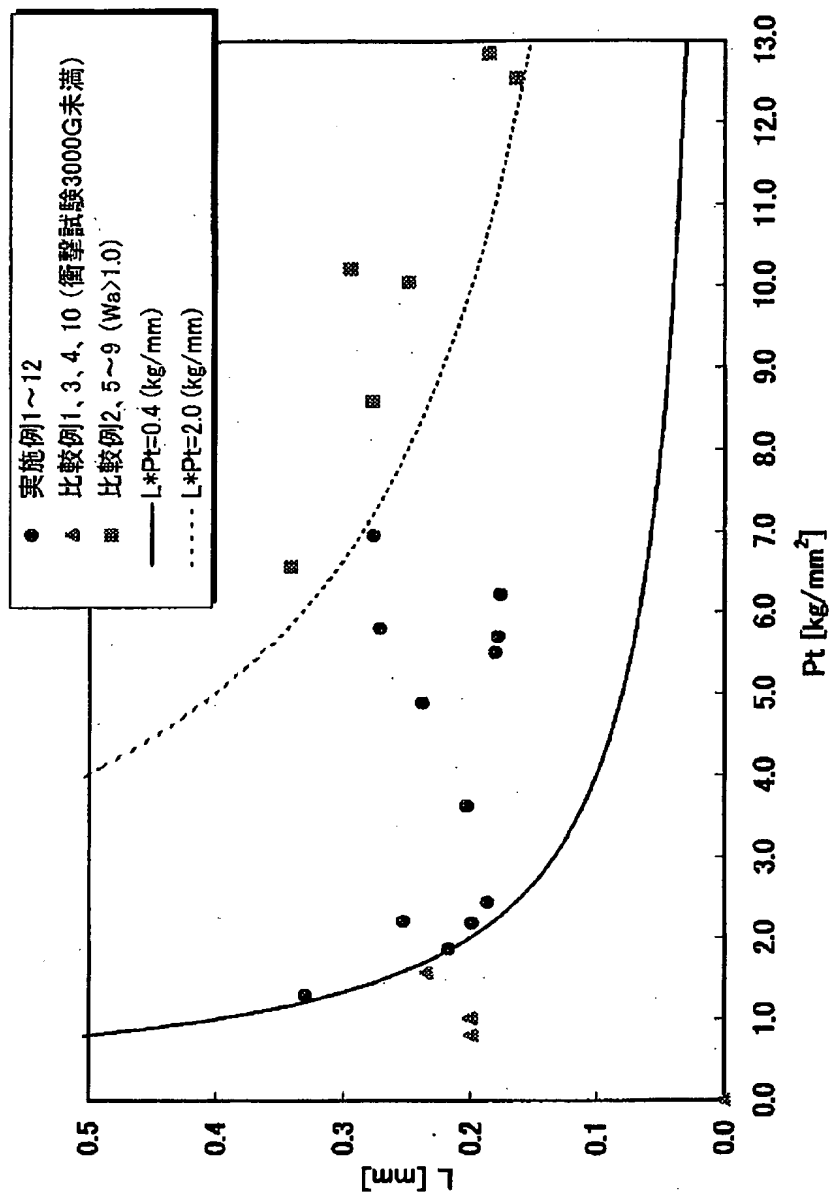
前記ポリッシング処理工程においては、前記主表面の算術平均粗さ(Ra)を、0.4 nm以下の鏡面とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

- [14] 請求項11に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板を用いて、前記磁気ディスク用ガラス基板の主表面上に、少なくとも磁性層を成膜する磁気ディスクの製造方法。

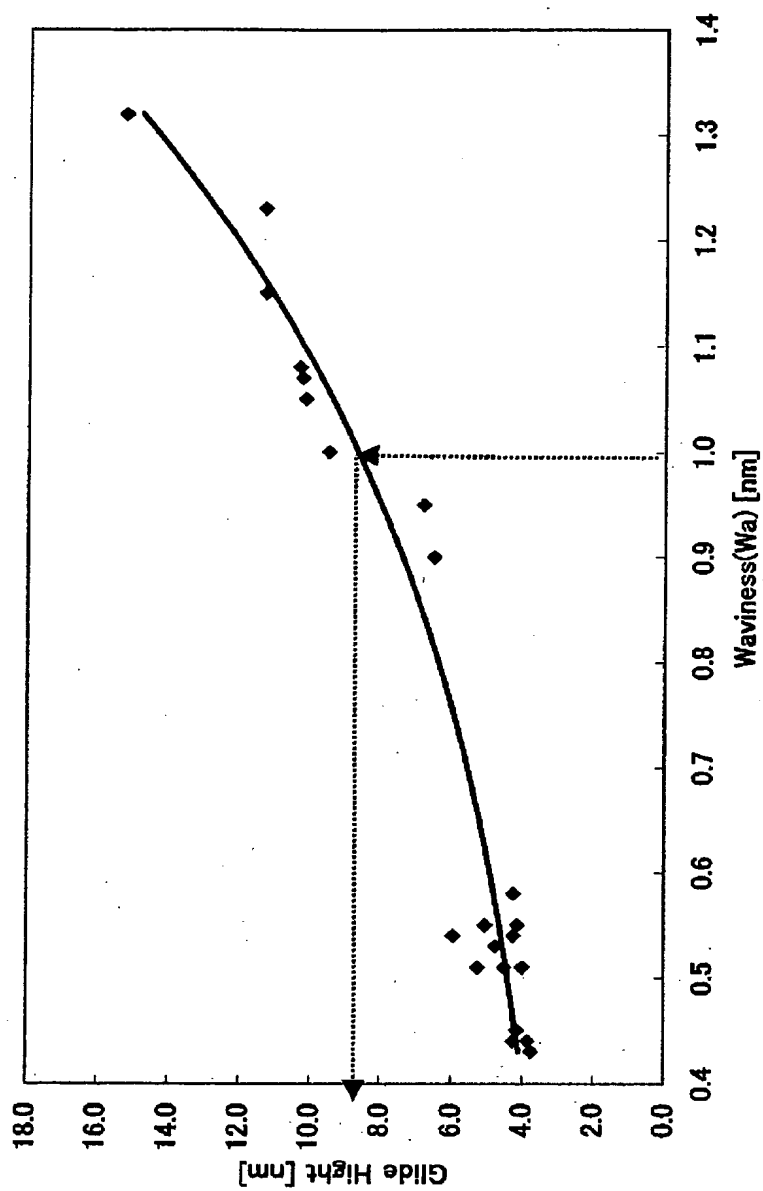
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/005362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ G11B5/73, 5/84

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ G11B5/73, 5/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 3254157 B (Hoya Corp.), 22 November, 2001 (22.11.01), Claims; Par. No. [0013] (Family: none)	1, 4-14 2-3
A	JP 2001-167427 A (Hoya Corp.), 22 June, 2001 (22.06.01), Par. No. [0064] & US 2003-172677 A1 & US 6595028 B1	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 June, 2005 (16.06.05)	Date of mailing of the international search report 05 July, 2005 (05.07.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ G11B 5/73, 5/84		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ G11B 5/73, 5/84		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 3254157 B (ホーヤ株式会社) 2001. 11. 22 特許請求の範囲、段落【0013】 (ファミリー無し)	1, 4-14 2-3
A	JP 2001-167427 A (ホーヤ株式会社) 2001. 06. 22 段落【0064】 &US 2003-172677 A1 &US 659 5028 B1	1-14
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16. 06. 2005	国際調査報告の発送日 05. 7. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 蔵野 雅昭 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5D 8721